

**TUGAS AKHIR**

**PENGARUH VARIASI SERAT AMPAS TEBU DENGAN  
Matrik PHENOLIC RESIN TERHADAP TINGKAT KEAUSAN,  
KEKERASAN, DAN KOEFISIEN GESEK SEBAGAI BAHAN  
ALTERNATIF KAMPAS REM NON ASBESTOS**



Disusun sebagai salah satu syarat menyelesaikan Program Studi Strata  
Satu pada Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik  
Universitas Muhammadiyah Surakarta

Disusun Oleh:

**MUHAMAD ANDRIYANTO**

**D200140147**

**JURUSAN TEKNIK MESIN FAKULTAS TEKNIK  
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SURAKARTA**

**2019**

## PERNYATAAN KEASLIAN TUGAS AKHIR

Saya yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama : **MUHAMAD ANDRIYANTO**

Nim : **D 200 140 147**

Jurusan : Teknik Mesin

Fakultas : Teknik

Dengan ini menyatakan dengan sesungguhnya bahwa Tugas Akhir dengan judul **"PENGARUH VARIASI SERAT AMPAS TEBU DENGAN Matrik PHENOLIC RESIN TERHADAP TINGKAT KEAUSAN, KEKERASAN, DAN KOEFISIEN GESEK SEBAGAI BAHAN ALTERNATIF KAMPAS REM NON ASBESTOS"** merupakan hasil penelitian sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar sarjana pada Jurusan Teknik Mesin Universitas Muhammadiyah Surakarta, sejauhnyha yang saya ketahui penelitian saya bukan merupakan tiruan dari penelitian yang sudah dipublikasikan atau pernah dipakai untuk mendapat gelar sarjana di lingkungan Universitas Muhammadiyah Surakarta maupun instansi lain, kecuali bagian yang sumber informasinya saya cantumkan sebagaimana mestinya.

Pembimbing

Surakarta,

2019

Yang menyatakan



Bambang Waluyo Febrantoko, S. Muhamad Andriyanto

## HALAMAN PERSETUJUAN

### HALAMAN PENGESAHAN

**PENGARUH VARIASI SERAT AMPAS TEBU DENGAN MATRIK  
PHENOLIC RESIN TERHADAP TINGKAT KEAUSAN, KEKERASAN, DAN  
KOEFSISIEN GESEK SEBAGAI BAHAN ALTERNATIF KAMPAS REM NON**

**ASBESTOS** FISIEN GESEK SEBAGAI  
BAHAN ALTERNATIF KAMPAS REM NON ASBESTOS", telah

disetujui di hadapan Tim Penguji telah dinyatakan sah untuk

sebagai bagian dari skripsi yang diajukan pada Jurusan

Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Surakarta

**D200140147**

Skripsi telah disetujui oleh pembimbing skripsi Jurusan Teknik Mesin,  
Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Surakarta untuk  
dipertahankan di hadapan tim penguji

Dibuatkan pada:

Hari : Sabtu

Tanggal : 12 Januari 2019

Tim Penguji :

Ketua : Bambang Waluyo F., ST., MT

Anggota I : Amin Sulistyanto, ST., MT

Pembimbing

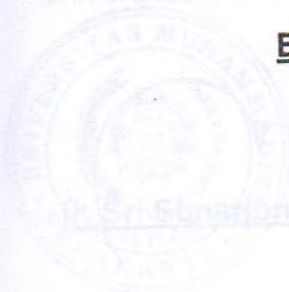
Anggota II : Agus Yulianto, ST., MT

Dekan Fakultas Teknik  
Universitas Muhammadiyah Surakarta

Ketua Jurusan

Teknik Mesin

**Bambang Waluyo Febriantoko, ST. MT**



Dr. En. Sunariono, MT, Ph. D.

Ir. Subroto, M.T





## HALAMAN PENGESAHAN

Tugas Akhir berjudul **"PENGARUH VARIASI SERAT AMPAS TEBU DENGAN MATRIK PHENOLIC RESIN TERHADAP TINGKAT KEAUSAN, KEKERASAN, DAN KOEFISIEN GESEK SEBAGAI BAHAN ALTERNATIF KAMPAS REM NON ASBESTOS"**, telah dipertahankan di hadapan Tim Penguji dan telah dinyatakan sah untuk memenuhi sebagian syarat memperoleh gelar Sarjana pada Jurusan Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Surakarta.

Dipersiapkan oleh:

Nama : **MUHAMAD ANDRIYANTO**

NIM : **D 200 140 147**

Disahkan pada:

Hari : *Sabtu*

Tanggal : *12 Januari 2019*

Tim Penguji :

Ketua : Bambang Waluyo F, ST., M.T (.....)

Anggota I : Amin Sulistyanto, ST., M.T (.....)

Anggota II : Agus Yulianto, ST., M.T (.....)

Dekan Fakultas Teknik  
Universitas Muhammadiyah Surakarta



*[Signature]*  
**Ir. Sri Sunarjono, MT, Ph. D.,**

Ketua Jurusan  
Teknik Mesin

*[Signature]*  
**Ir. Subroto, M.T**



UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SURAKARTA  
FAKULTAS TEKNIK  
PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN

Jl. A. Yani Pabelan Kartasura Tromol Pos I Telp. (0271) 717417 ext. 222

**LEMBAR SOAL TUGAS AKHIR**

Berdasarkan Surat Keputusan Rektor Universitas Muhammadiyah Surakarta :

Nomor 299/A.4-II/TM/IX/2018 tanggal 3 September 2018 tentang Pembimbing Tugas

Akhir dengan ini :

Nama : Bambang Waluyo F, ST., M.T.

Pangkat/Jabatan :

sebagai Pembimbing Tugas Akhir memberikan soal tugas akhir kepada mahasiswa :

Nama : Muhamad Andriyanto

Nomor Induk : D200140147

Jurusan/Semester : Teknik Mesin/Akhir

Judul/Topik : Pengaruh Variasi Serat Ampas Tebu dengan Matrik Phenolic Resin  
Terhadap Tingkat Keausan, Kekerasan, dan Koefisien Gesek  
sebagai Bahan Alternatif Kampas Rem Non Asbestos

Rincian Soal/Tugas :

Demikian soal tugas akhir ini dibuat untuk dapat dilaksanakan sebagai mestinya.

Surakarta, 10 September 2018

Pembimbing

Bambang Waluyo F, ST., M.T.

Keterangan :

Dibuat rangkap tiga (3)

1.Untuk Kajar (Koordinator TA)

2.Untuk Pembimbing Tugas Akhir

3.Untuk Mahasiswa.

## **MOTTO**

Bersegeralah dalam memulai melakukan sesuatu, sebelum kau malas dalam mengerjakannya

“Sesungguhnya sesudah kesulitan akan ada kemudahan, maka bila engkau telah selesai dari satu pekerjaan, kerjakan pula pekerjaan berikutnya dan hanya kepada tuhan-mu”.

(Q.S Al-Insyirah)

“Meraih kesuksesan besar adalah bukti bagi semua orang lain bahwa bisa mencapainya juga”.

(Abraham Lincoln)

“Angin tidak berhembus untuk menggoyangkan pepohonan, melainkan menguji kekuatan akarnya”.

(Ali bin Abi Thalib)

## **PERSEMBAHAN**

Sebagai ungkapan rasa syukur dan terimakasih, dengan kerendahan hati skripsi ini penulis persembahkan kepada:

1. Kedua Orang Tua Tercinta, yang telah mencurahkan kasih sayang, cinta, tenaga, dukungan, dan do'a yang tulus untuk keberhasilan ananda. Hanya do'a dan ucapan terima kasih yang bisa ananda berikan. Ananda berjanji suatu hari nanti akan membuat bangga ibu dan bapak.
2. Sahabat-sahabatku Teknik Mesin angkatan 2014, terimakasih atas persahabatan, kepedulian, keceriaan, dan semangat yang kalian berikan.
3. Teman-teman yang ada di bengkel Bapak Bambang (Joko, ST, Rizky, ST, Puyol, dan Dani), yang telah menemani dan memberi masukan dalam penyelesaian pembuatan kampas rem.
4. Bapak Bambang Waluyo F, ST. MT. yang telah menyediakan alat dan tempat untuk pembuatan kampas rem.

# **PENGARUH VARIASI SERAT AMPAS TEBU DENGAN MATRIK PHENOLIC RESIN TERHADAP TINGKAT KEAUSAN, KEKERASAN, DAN KOEFISIEN GESEK SEBAGAI BAHAN ALTERNATIF KAMPAS REM NON ASBESTOS**

## **ABSTRAK**

*Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh variasi serat ampas tebu dengan matrik phenolic resin terhadap tingkat keausan, kekerasan, dan koefisien gesek sebagai bahan alternative kampas rem non asbestos, terhadap hasil kekerasan kampas rem yang dihasilkan dalam skala shore D, berikut keausan dan koefisien gesek.*

*Penelitian ini menggunakan bahan serat ampas tebu, barium sulfat ( $\text{BaSO}_4$ ), kalsium karbonat ( $\text{CaCO}_3$ ), phenolic resin, blackcarbon, serbuk aluminium. Pengujian gesek pada 3 kondisi yaitu kering, air dan oli, sedangkan uji kekerasan menggunakan standar ASTM D2240.*

*Hasil uji kekerasan menunjukkan bahwa penambahan serat ampas tebu akan menambah nilai kekerasan dikarenakan mempunyai karakteristik keras dan ulet, hal ini ditunjukkan pada hasil variasi 3 gram serat ampas tebu yaitu 84.83 skala shore D. Hasil keausan terbaik pada kondisi kering pada kampas rem variasi 1 gram serat ampas tebu yaitu 136,40  $\text{mm}^3/\text{jam}$ , sedangkan pada kondisi air dan oli nilai keausan tertinggi pada kampas variasi 3 gram serat ampas tebu yaitu 186,41  $\text{mm}^3/\text{jam}$  dan 77,29  $\text{mm}^3/\text{jam}$ . Hasil terbaik Pengujian gesek variasi 1 gram serat ampas tebu didapat koefisien gesek pada kondisi kering dan air yaitu 0,70  $\mu$ , dan 0,69  $\mu$ , dan pada kondisi oli nilai koefisien tertinggi pada variasi 3 gram serat ampas tebu yaitu 0,59  $\mu$ , jadi dapat dideskripsikan penambahan serat ampas tebu yang tepat akan menambah nilai kekerasan, mengurangi nilai keausan dan menambah nilai koefisien gesek kampas rem pada kondisi tertentu.*

**Kata kunci:** Kampas Rem, Serat Ampas Tebu, Kekerasan, Keausan, Koefisien Gesek.



**PENGARUH VARIASI SERAT AMPAS TEBU DENGAN MATRIK  
PHENOLIC RESIN TERHADAP TINGKAT KEAUSAN, KEKERASAN, DAN  
KOEFSISIEN GESEK SEBAGAI BAHAN ALTERNATIF KAMPAS REM NON  
ASBESTOS**

**ABSTRACT**

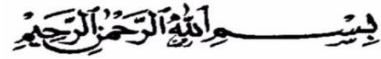
*This study aims to determine the effect of variations of bagasse fiber with phenolic resin matrix on the level of wear, hardness, and coefficient of friction as non-asbestos brake lining alternatives, on the results of brake padding hardness produced on the shore D scale, along with wear and coefficient of friction.*

*This research uses bagasse fiber, barium sulfate ( $\text{BaSO}_4$ ), calcium carbonate ( $\text{CaCO}_3$ ), phenolic resin, blackcarbon, aluminum powder. Friction testing on 3 conditions, namely dry, water and oil, while the hardness test uses the ASTM D2240 standard.*

*The hardness test results show that the addition of sugarcane pulp fiber will increase the hardness value because it has hard and ductile characteristics, this is shown in the variation of 3 grams of bagasse fiber that is 84.83 scale shore D. The best wear results in dry conditions at brake pad variations of 1 gram bagasse fiber are 136.40 mm<sup>3</sup>/ hour, while in water conditions and oil the highest value of oil is in the variation of 3 grams of bagasse fiber which is 186, 41 mm<sup>3</sup>/ hour and 77.29 mm<sup>3</sup>/ hour. The best results Testing friction variations of 1 gram bagasse fiber obtained the coefficient of friction in dry and water conditions, namely 0.70  $\mu$ , and 0.69, and in the oil condition the highest coefficient value was in the variation of 3 grams of bagasse fiber which was 0.59, so additions could be described the right bagasse fiber will add to the value of hardness, reduce the wear value and increase the friction coefficient value of brake lining under certain conditions.*

**Keywords:** *Brake Pads, Sugar Cane Fiber, Hardness, Wear, Swipe Coefficient.*

## KATA PENGANTAR



*Assalamu'alaikum Wr. Wb*

Puji syukur Alhamdulillah atas kehadiran Allah SWT, atas segala limpahan rahmat dan hidayah-Nya, semoga kita senantiasa dalam lindungan-Nya. Shalawat serta salam senantiasa tercurahkan kepada Rasulullah Muhammad SAW, yang kita jadikan suri tauladan dalam kehidupan ini. Syukur Alhamdulillah penyusunan skripsi ini dapat terselesaikan dengan baik.

Skripsi berjudul “Pengaruh Variasi Serat Ampas Tebu Dengan Matrik Phenolic Resin Terhadap Tingkat Keausan, Kekerasan, dan Koefisien Gesek Sebagai Bahan Alternatif Kampas Rem Non Asbestos”, dapat terealisasi atas dukungan dari berbagai pihak. Untuk itu pada kesempatan ini penulis dengan segala ketulusan dan keikhlasan hati ingin menyampaikan rasa terimakasih dan penghargaan yang sebesar-besarnya kepada:

1. Bapak Ir. Sri Sunarjono, MT. Ph.D., sebagai Dekan Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Surakarta.
2. Bapak Ir. Subroto, M.T selaku Ketua Jurusan Teknik Mesin.
3. Bapak Bambang Waluyo Febriantoko, ST,.MT selaku Pembimbing akademik sekaligus Pembimbing tugas akhir yang telah memberikan pengarahan, bimbingan, dan saran hingga skripsi ini dapat terselesaikan.
4. Bapak Amin Sulistyanto, ST,.M.T selaku sekretaris penguji Tugas Akhir
5. Bapak Agus Yulianto, ST,.M.T selaku dosen penguji Tugas Akhir
6. Bapak/Ibu dosen Jurusan Teknik Mesin yang telah memberikan ilmu yang bermanfaat, sehingga penulis dapat mencapai gelar sarjana

Semoga amal baik semua pihak yang membantu dalam penyusunan skripsi ini mendapatkan imbalan dari Allah SWT. Penulis menyadari dalam penulisan skripsi ini masih banyak kekurangan, meskipun telah berusaha untuk mendapatkan hasil yang terbaik. Segala kritik dan saran yang membangun sangat penulis harapkan. Semoga skripsi ini bermanfaat bagi penulis pada khususnya dan pembaca pada umumnya.  
*Wassalamu'alaikum Wr. Wb.*

Surakarta,  
Penulis,

Muhamad Andriyanto  
D200140147

## DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL .....	i
HALAMAN PERNYATAAN .....	ii
HALAMAN PERSETUJUAN .....	iii
HALAMAN PENGESAHAN .....	iv
LEMBAR SOAL TUGAS AKHIR .....	v
MOTTO .....	vi
HALAMAN PERSEMBAHAN .....	vii
ABSTRAK .....	viii
<i>ABSTRACT</i> .....	ix
KATA PENGANTAR .....	x
DAFTAR ISI .....	xii
DAFTAR GAMBAR .....	xv
DAFTAR TABEL .....	xvii
DAFTAR SIMBOL .....	xviii
<b>BAB I PENDAHULUAN</b>	
1.1 Latar Belakang .....	1
1.2 Perumusan Masalah .....	3
1.3 Batasan Masalah .....	3
1.4 Tujuan Penelitian .....	4
1.5 Manfaat Penelitian .....	5
<b>BAB II TINJAUAN PUSTAKA</b>	
2.1 Kajian Pustaka .....	6
2.2 Landasan Teori .....	8
2.2.1 Rem .....	8
2.2.2 Gesekan .....	12
2.2.3 Koefisien Gesek .....	15
2.2.4 Keausan .....	17



2.2.5 Kekerasan.....	21
2.2.6 Komposit.....	23
2.2.7 Serat ( <i>Fiber</i> ).....	28
2.2.8 Ampas Tebu ( <i>Bagasse</i> ).....	30
2.2.9 Matrik Phenolic Resin .....	35
2.2.10 Ukuran Mesh.....	36
2.2.11 <i>Sintering</i> .....	37
2.2.12 Proses Kompaksi .....	38

### **BAB III METODOLOGI PENELITIAN**

3.1 Diagram Alir Penelitian .....	39
3.2 Penguraian Diagram Alir Penelitian .....	41
3.3 Bahan dan Alat .....	42
3.3.1 Bahan.....	42
3.3.2 Alat.....	46
3.4 Instalasi Pengujian.....	51
3.3.1 Alat Uji Kekerasan.....	51
3.3.2 Alat Uji Gesek .....	52
3.5 Spesimen Uji.....	53
3.6 Lokasi Penelitian.....	55
3.7 Prosedur Penelitian.....	55
3.8 Analisis Data .....	57
3.9 Kesulitan .....	57

### **BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN**

4.1 Hasil Pengujian .....	59
4.1.1 Hasil Pengujian Kekerasan <i>Durometer Short D</i> .....	59
4.1.2 Hasil Pengujian Gesek .....	60

## **BAB V KESIMPULAN**

5.1 Kesimpulan .....	69
5.2 Saran .....	70

## **DAFTAR PUSTAKA**

## **LAMPIRAN**

## DAFTAR GAMBAR

<b>Gambar 2.1</b> Rem Tromol.....	10
<b>Gambar 2.2</b> Rem Cakram .....	11
<b>Gambar 2.3</b> Uji Gesekan Kampas Rem .....	16
<b>Gambar 2.4</b> Keausan <i>Abrasive</i> .....	18
<b>Gambar 2.5</b> Keausan <i>Adhesive</i> .....	18
<b>Gambar 2.6</b> Keausan Lelah .....	20
<b>Gambar 2.7</b> Keausan Korosit .....	21
<b>Gambar 2.8</b> Pengujian Menggunakan <i>Digital Shore Durometer</i> ....	23
<b>Gambar 2.9</b> <i>Fibrous Composite</i> .....	26
<b>Gambar 2.10</b> <i>Particulate Composite</i> .....	27
<b>Gambar 2.11</b> <i>Laminate Composite</i> .....	27
<b>Gambar 2.12</b> Jenis-jenis Komposit Serat .....	29
<b>Gambar 2.13</b> Ampas Tebu ( <i>Bagasse</i> ).....	34
<b>Gambar 2.14</b> Proses Kompaksi.....	38
<b>Gambar 3.1</b> Skema Diagram Alir Penelitian .....	40
<b>Gambar 3.2</b> Phenolic Resin .....	42
<b>Gambar 3.3</b> Serat Ampas Tebu ( <i>Bagasse</i> ) .....	43
<b>Gambar 3.4</b> Serbuk Amlumunium .....	43
<b>Gambar 3.5</b> <i>Blackcarbon</i> .....	44
<b>Gambar 3.6</b> Kalsium Karbonat ( $\text{CaCO}_3$ ) .....	44
<b>Gambar 3.7</b> Barium Sulfat ( $\text{BaSO}_4$ ) .....	45
<b>Gambar 3.8</b> Plat Besi .....	45
<b>Gambar 3.9</b> Mesin Press.....	46
<b>Gambar 3.10</b> Cetakan .....	47
<b>Gambar 3.11</b> Oven.....	47
<b>Gambar 3.12</b> <i>Non-contact Infrared Thermometer</i> .....	48
<b>Gambar 3.13</b> Clam Meter .....	48
<b>Gambar 3.14</b> Digital Tachometer .....	49
<b>Gambar 3.15</b> Jangka Sorong .....	49

<b>Gambar 3.16</b> Timbangan Digital.....	50
<b>Gambar 3.17</b> Mess.....	50
<b>Gambar 3.18</b> Mesin Mixer .....	51
<b>Gambar 3.19</b> Thermocontrol .....	51
<b>Gambar 3.20</b> Alat Pengujian Kekerasan Durometer .....	52
<b>Gambar 3.21</b> Alat Pengujian Gesek .....	53
<b>Gambar 3.22</b> Instalasi Pengujian Gesek .....	53
<b>Gambar 3.23</b> Spesimen Kampas Rem Variasi Serat Ampas Tebu 1 gram, 2 gram, dan 3 gram .....	54
<b>Gambar 4.1</b> Grafik Perbedaan Nilai Kekerasan Kampas Rem setelah di Oven.....	59
<b>Gambar 4.2</b> Grafik Hubungan Antara Jenis Kampas Rem dengan Pengaruh Kondisi Pengujian terhadap Keausan Rata-rata.....	61
<b>Gambar 4.3</b> Grafik Hubungan antara Jenis Kampas Rem dengan Pengaruh Kondisi Pengujian terhadap Daya Rata-rata.....	62
<b>Gambar 4.4</b> Grafik Hubungan antara Jenis Kampas Rem dengan Pengaruh Kondisi Pengujian terhadap Kecepatan Sudut Rata-rata.....	63
<b>Gambar 4.5</b> Grafik Hubungan antara Jenis Kampas Rem dengan Pengaruh Kondisi Pengujian terhadap Torsi (Nm) Rata-rata.....	65
<b>Gambar 4.6</b> Grafik Hubungan antara Jenis Kampas Rem dengan Pengaruh Kondisi Pengujian terhadap Koefisien Gesek Rata-rata.....	66
<b>Gambar 4.7</b> Grafik Hubungan antara Jenis Kampas Rem dengan Pengaruh Kondisi Pengujian terhadap suhu Rata-rata.....	68



## DAFTAR TABEL

<b>Tabel 2.1</b> Struktur Pembentuk Serat Ampas Tebu .....	32
<b>Tabel 2.2</b> Sifat Mekanis Berbagai Serat Alami .....	33
<b>Tabel 2.3</b> Lahan Perkebunan Tebu .....	33
<b>Tabel 2.4</b> Ukuran Mess .....	37
<b>Tabel 3.1</b> Komposisi Kampas Rem .....	54
<b>Tabel 4.1</b> Hasil Pengujian Kekerasan setelah di Oven .....	59
<b>Tabel 4.2</b> Hasil Perhitungan Keausan pada Semua Kondisi .....	60
<b>Tabel 4.3</b> Hasil Perhitungan Daya Rata-Rata.....	61
<b>Tabel 4.4</b> Hasil Perhitungan Kecepatan Sudut Rata-Rata.....	63
<b>Tabel 4.5</b> Hasil Perhitungan Torsi Rata-Rata .....	64
<b>Tabel 4.6</b> Hasil Perhitungan Koefisien Gesek .....	66
<b>Tabel 4.7</b> Hasil Pengamatan Suhu Akhir Kampas Rem .....	67

## DAFTAR SIMBOL

$F$	= Gaya gesek	(Newton)
$A$	= Luasan Kampas	(mm <sup>2</sup> )
$I$	= Kuat Arus	(Ampere)
$N$	= Gaya Normal	(Newton)
$N$	= Putaran	(rpm)
$P$	= Daya	(Watt)
$p$	= Beban	(Kg)
$T$	= Torsi	(N.m)
$V$	= Tegangan	(Volt)
$\omega$	= Kecepatan Sudut	(rad/s)
$\mu$	= Koefisien Gesek	